



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Off nl ungungsschrift
⑩ DE 199 59 706 A 1

⑤1 Int. Cl.⁷:
B 60 T 8/60
G 05 D 16/20

②1 Aktenzeichen: 199 59 706.5
②2 Anmeldetag: 10. 12. 1999
④3 Offenlegungstag: 13. 6. 2001

DE 199 59 706 A 1

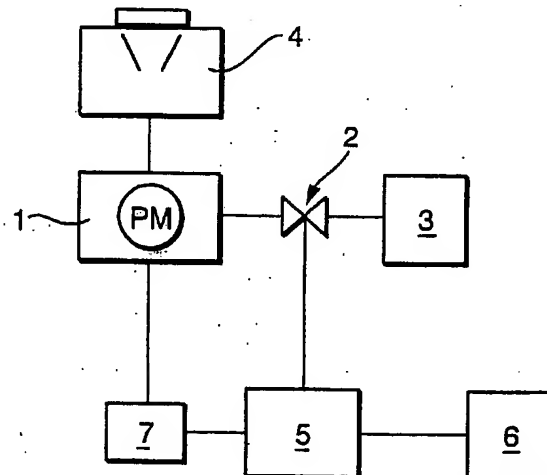
⑦1 Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:
Schmitt, Johannes, 71706 Markgröningen, DE;
Zoebele, Andreas, 71706 Markgröningen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zur Regelung des Bremsmomentes eines Bremskraftreglers an wenigstens einem Rad eines Kraftfahrzeugs

⑤7 Erfindungsgemäß wird ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung zur Regelung des Bremsmomentes eines Bremskraftreglers an wenigstens einem Rad eines Kraftfahrzeugs vorgeschlagen, wobei die Ansteuerimpulse für ein Hydraulikventil nicht in Abhängigkeit vom Ansteuersignal der Hydraulikpumpe (Pumpenmotor PM) berechnet wird, sondern vom tatsächlichen Stillstand des Pumpenmotors PM. Zur Erfassung des tatsächlichen Stillstandes des Pumpenmotors PM wird dessen induzierte Spannung u_{PM} gemessen. Unterschreitet die Spannung u_{PM} einen vorgegebenen minimalen Schwellwert V_x , dann wird ein Stillstand des Pumpenmotors PM angenommen.



DE 199 59 706 A 1

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren bzw. einer Vorrichtung zur Regelung des Bremsmomentes eines Bremskraftreglers an wenigstens einem Rad eines Kraftfahrzeugs nach der Gattung der nebengeordneten Ansprüche 1 und 6.

Aus der DE 39 23 599 C2 ist schon ein Verfahren zur Bestimmung der Bremskraft an einem Rad eines Fahrzeugs bekannt, wobei die Radgeschwindigkeit und der Bremsdruck gemessen werden. Aus diesen Meßgrößen wird mit Hilfe eines Parameterschätzverfahrens ein neuer Parameter für die Bremskraft an dem Rad bestimmt.

Bei dem Bremsschlupfregler gemäß der DE 37 31 075 A1 wird die Differenz zwischen einem zulässigen Bremsschlupf und dem tatsächlichen Bremsschlupf ermittelt. Aus dieser Differenz ermittelt ein Regelverstärker Ansteuerzeiten für eine Steuereinheit, die den Bremsdruck regelt. Die Regelung wird zeitweise für kurze Zeiträume unterbrochen und nach Aktualisierung der gemessenen Parameter erneut berechnet. Es hat sich dabei herausgestellt, daß bei der Berechnung der Ansteuerzeiten für das Druckventil nicht berücksichtigt wurde, ob die Hydraulikpumpe nach Abschalten des Ansteuersignals noch im Betrieb ist oder vollständig stillsteht. Denn wenn die Hydraulikpumpe noch im Betrieb ist, ist ein erhöhter Anfangsdruck im Leitungssystem vorhanden, der sich auf die Ansteuerzeiten für das Ventil auswirkt.

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren bzw. die Vorrichtung zur Regelung des Bremsmomentes eines Bremskraftreglers gemäß den nebengeordneten Ansprüchen 1 und 6 hat demgegenüber den Vorteil, daß die Ansteuerzeiten für das Ventil eines Radbremszylinders in Abhängigkeit von dem tatsächlichen Druck in der Leitung berechnet werden kann, der vor dem Regelbeginn ansteht. Besonders vorteilhaft ist, daß der Stillstand des Elektromotors der Hydraulikpumpe durch eine einfache Messung der induzierten Spannung erfaßt werden kann.

Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Hauptanspruch angegebenen Verfahrens möglich. Besonders vorteilhaft ist, daß ohne zusätzlichen Sensor der Druck in der Leitung durch den Nachlauf der Hydraulikpumpe nach Abschalten des Ansteuersignals bestimmt wird. Dies, erfolgt vorteilhaft durch die Messung der induzierten Spannung (EMK) an der Feldwicklung des Pumpenmotors.

Zur Bestimmung des Stillstandes der Hydraulikpumpe geht man vorteilhaft dabei davon aus, daß der Druck im Hydrauliksystem weitgehend abgefallen ist, wenn die gemessene Spannung unter einem vorgegebenen Grenzwert liegt. Dadurch wird verhindert, daß die Wartezeiten bis zum Stillstand der Hydraulikpumpe unverhältnismäßig lang werden. Auch gelingt es auf diese Weise, ohne allzu große Zeitabstände den Bremsdruck im System pulsweise zu erhöhen. Das führt vorteilhaft dazu, daß das Rad mit einem kontrollierten Schlupf gebremst wird und so optimale Verzögerungswerte des Fahrzeugs erreicht werden.

Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in den Figuren näher erläutert. Fig. 1

zeigt ein Blockschaltbild, die Fig. 2a bis 2f zeigen Diagramme mit Regelkurven und Fig. 3 zeigt ein Flußdiagramm.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Fig. 1 zeigt ein Blockschaltbild in vereinfachter Ausführung mit einer Hydraulikpumpe 1, die von einem elektrisch angetriebenen Pumpenmotor PM angetrieben wird. Auf der Hydraulikseite ist die Hydraulikpumpe mit einem Vorratsbehälter 4 verbunden, in dem ein angemessener Vorrat an Hydrauliköl gespeichert ist. Ausgangsseitig ist die Hydraulikpumpe 1 über ein Ventil 2 mit einem Radbremszylinder 3 verbunden. In Fig. 1 sind zum Verständnis die Hydraulikleitungen mit einem Doppelstrich gekennzeichnet. Selbstverständlich ist diese Schema alternativ auch für druckluftbetriebene Bremsen anwendbar.

Auf der elektrischen Seite ist an dem Pumpenmotor PM ein Spannungsmesser 7 angeschlossen, der die induzierte Spannung (EMK) des Pumpenmotors PM mißt und diesen Wert an eine Steuerung 5 weitergibt. Die Steuerung 5 ist des weiteren mit einem Geschwindigkeitssensor 6 verbunden, der beispielsweise die Geschwindigkeit des betreffenden Rades erfaßt. Nicht eingezeichnet in Fig. 1 ist die Druckerfassung für den momentanen Druck in der Hydraulikleitung P_{ist} . Selbstverständlich können anstelle des Spannungsmessers 7 bzw. des Geschwindigkeitssensors 6 die entsprechenden Signale einer bereits vorhandenen Vorrichtung entnommen werden. Diese Einrichtungen sind per se bekannt und müssen nicht näher erläutert werden.

Die Steuerung 5 berechnet aus den gemessenen Daten die Ansteuerzeiten für das Ventil 2 und bestimmt den Zeitpunkt, wann der Pumpenmotor PM der Hydraulikpumpe zum Aufbau des Druckes ein- bzw. ausgeschaltet werden soll. Im nachfolgenden wird die Funktionsweise anhand der Fig. 2 und 3 näher erläutert.

Bei der Regelung des Bremsmomentes wird der Bremsdruck in dem Radbremszylinder 3 beispielsweise durch konstante Druckstufen eingestellt. Das geschieht dadurch, daß das Ventil 2 mit einzelnen Pulsen betätigt wird, bis der Soll-druck erreicht ist. Bei der Einstellung von konstanten Druckstufen hängen die Ansteuerzeiten für das Ventil 2 davon ab, ob die Hydraulikpumpe 1 zu Beginn des Regelzyklus bereits läuft oder ob sie erst anlaufen muß, d. h., ob der Druckaufbau von 0 bis zum vorgesehenen Wert erfolgt ist. In diesem Fall werden die ersten Ventilansteuerimpulse mit einem anderen Zeitverhältnis berechnet, als nach dem Anlauf der Hydraulikpumpe 1 innerhalb der Druckregelung.

Ein ähnliches Problem entsteht, wenn am Ende der Regelung die Pumpe ausgeschaltet wird. Durch die Trägheit bleibt die Hydraulikpumpe 1 nicht sofort stehen, sondern hat noch einen gewissen zeitliche Nachlauf, wodurch der Druck in der Hydraulikleitung weiterhin aufrechterhalten wird. Erfolgt innerhalb der Zeitspanne, vom Abschalten der Hydraulikpumpe 1 bis zum tatsächlichen Stillstand des Pumpenmotors ein erneuter Impuls zur Ansteuerung des Ventils 2, dann ist zu diesem Zeitpunkt der Druck in der Hydraulikleitung noch nicht abgefallen, so daß die Impulszeit verkürzt werden muß. Erfindungsgemäß wird daher vorgeschlagen, den tatsächlichen Stillstand der Hydraulikpumpe 1 zu erfassen. Dieses erfolgt mit dem Spannungsmesser 7, der die EMK-Spannung am Pumpenmotor PM mißt. Sinkt diese Spannung unter einen vorgegebenen Schwellwert u_{PM} , dann kann davon ausgegangen werden, daß der Pumpenmotor steht, und der Druck abgebaut ist.

Die Fig. 2a bis 2f zeigen verschiedene Diagramme mit Kurven, die im einzelnen nachfolgend erläutert werden. Die X-Achse entspricht dabei der Zeit-Achse t und auf der Y-

Achse sind die gemessenen bzw. berechneten Parameter aufgetragen. In Fig. 2a entspricht die Y-Achse der Radgeschwindigkeit V_{rad} . Die nach oben ausgewölbte Kurve entspricht beispielhaft dem Geschwindigkeitsverlauf eines Antriebsrades, das einen entsprechenden Schlupf aufweist. Im Vergleich dazu, stellt die untere Kurve die Fahrzeuggeschwindigkeit bzw. die Geschwindigkeit eines nicht angetriebenen Rades ohne Schlupf dar. Die gestrichelte Kurve symbolisiert den Mittelwert der Geschwindigkeit für das Antriebsrad.

In Fig. 2b ist nun die positive Regelabweichung der Geschwindigkeit δV dargestellt, die sich aus dem Geschwindigkeitsverlauf des Antriebsrades mit dem Mittelwert gemäß der Fig. 2a ergibt. Die positive Regelabweichung bedeutet dabei, daß eine Beschleunigung vorliegt.

Fig. 2c zeigt den Verlauf einer Druckkurve für den Soll- P_{Soll} , die im Anstieg und Ablauf stufenweise moduliert wurde. Fig. 2d zeigt ein von der Steuerung 5 berechnetes Ansteuersignal für den Pumpenmotor PM, das zum Zeitpunkt t_1 den Pumpenmotor PM einschaltet und zum Zeitpunkt t_2 den Pumpenmotor ausschaltet. In Fig. 2e ist der entsprechende Verlauf der Pumpenspannung u_{PM} aufgetragen. Die Pumpenspannung u_{PM} steigt zunächst im Zeitpunkt t_1 exponentiell an, wird in einem vorgegebenen Spannungsniveau konstant gehalten und zum Zeitpunkt t_2 ausgeschaltet. Dadurch ergibt sich ein Spannungsabfall, der zum Zeitpunkt t_3 den Wert V_x erreicht. Unterhalb dieses Schwellwertes V_x wird angenommen, daß der Pumpenmotor zum Stillstand gekommen ist.

Gemäß der Fig. 2f ist die Regeldauer t_1 bis t_3 dargestellt. Diese Regelzeit ist größer als bis zum Zeitpunkt t_2 , wenn das Ansteuersignal für den Pumpenmotor PM abgeschaltet wird.

Anhand des Flußdiagrammes der Fig. 3 wird die Funktionsweise des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. der Vorrichtung näher erläutert. Zunächst wird in Position 31 aus den zugeführten Signalen für den Istdruck P_{Ist} , der Radgeschwindigkeit V_{rad} und dem Motormoment M_{mot} der Soll- P_{Soll} berechnet. Gemäß des Ausführungsbeispiels erfolgt die Berechnung für den Soll- P_{Soll} in Druckstufen. Ein anderer Kurvenverlauf ist ebenfalls denkbar. Die Druckwerte sowie die Gemessene Pumpenspannung U_{PM} dem Regler 5 zugeführt. Aufgrund eines Vergleichs zwischen dem Soll- P_{Soll} und dem Istdruck P_{Ist} entscheidet der Regler 5 in Position 32, ob ein Druckaufbau erforderlich ist. Falls dies der Fall ist, wird in Position 33 geprüft, ob die Regelung bereits aktiv ist. Dieses wird daran erkannt, ob gemäß der Fig. 2f der Regelspeicher gesetzt ist. Ist dies der Fall, erfolgt gemäß Position 34 ein Druckaufbau mit stehender Pumpe. Ist dagegen der Regelspeicher nicht gesetzt, erfolgt in Position 35 der Druckaufbau mit laufender Hydraulikpumpe.

War dagegen in Position 32 kein Druckaufbau erforderlich, dann wird in Position 36 geprüft, ob ein Druckabbau erfolgen soll. Ist dies nicht der Fall (Position 40) dann wird der Druck gehalten. Ist dagegen ein Druckabbau erforderlich, dann wird in Position 37 geprüft, ob der Druckabbau beendet ist. Ist dies nicht der Fall, erfolgt in Position 41 der Druckabbau. War der Druckabbau jedoch nicht beendet, d. h., nach dem Abschalten des Ansteuersignales für den Pumpenmotor PM wird nun geprüft, ob die Pumpenspannung u_{PM} den vorgegebenen Wert V_x unterschreitet. Ist dies der Fall, dann wird angenommen, daß die Pumpe steht (Position 42). Ist dagegen die Pumpenspannung u_{PM} noch größer als V_x , dann wird die Regelung beendet und der Regelspeicher gemäß Fig. 2f zurückgesetzt.

In alternativer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, den Druck vorzugsweise vor dem Ventil zu messen

oder aus der Drehzahl der Hydraulikpumpe zu schätzen. Vorzugsweise wird die Pumpendrehzahl bei jedem Rechenzyklus bestimmt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung des Bremsmomentes eines Bremskraftreglers an wenigstens einem Rad eines Kraftfahrzeugs, wobei eine Hydraulikpumpe (1) in einem Hydraulikkreislauf einen Bremsdruck für einen Radbremszylinder (3) aufbaut und wobei ein Regler (5) wenigstens ein Ventil (2) derart ansteuert, daß durch Öffnen und Schließen der Bremsdruck in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit oder dem Schlupf des entsprechenden Rades geregelt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Regler (5) die Ansteuerzeit für das Ventil (2) in Abhängigkeit von dem Druck in der Leitung, der vor dem Regelbeginn ansteht, und der Drehzahl der Hydraulikpumpe (1) berechnet.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Druck in der Leitung durch den Nachlauf der Hydraulikpumpe (1) nach Abschalten der Ansteuerung bestimmt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehzahl der Hydraulikpumpe (1) durch Messung der induzierten Spannung (u_{PM}) am Pumpenmotor (PM) bestimmt wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Stillstand der Hydraulikpumpe dann erkannt wird, wenn die gemessene Spannung einen vorgegebenen Grenzwert (V_x) unterschreitet.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Pumpenstillstand der Hydraulikpumpe (1) bei jedem Rechenzyklus bestimmt wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Pumpendrehzahl der Hydraulikpumpe bei jedem Rechenzyklus bestimmt wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Pumpendruck gemessen wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Druck vor dem Ventil aus der Pumpendrehzahl geschätzt wird.
9. Vorrichtung zur Regelung des Bremsmomentes für ein Kraftfahrzeug zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einer Hydraulikpumpe (1) mit wenigstens einem Ventil (2), einem Regler (5) und einem Geschwindigkeitssensor (6), dadurch gekennzeichnet, daß ein Spannungsmesser (7) die induzierte Spannung am Pumpenmotor (PM) mißt und diese dem Regler (5) zuführt, und daß der Regler (5) so ausgebildet ist, durch Vergleich der gemessenen Spannung mit einem vorgegebenen Grenzwert (V_x) den Stillstand des Pumpenmotors (PM) zu erkennen.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

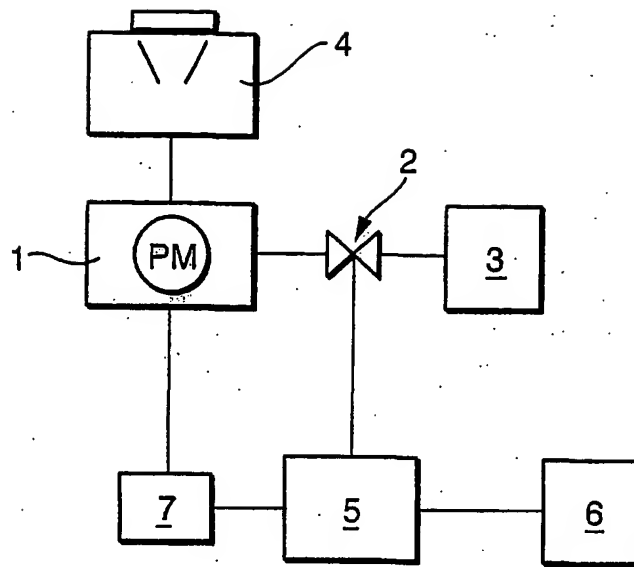


Fig. 1

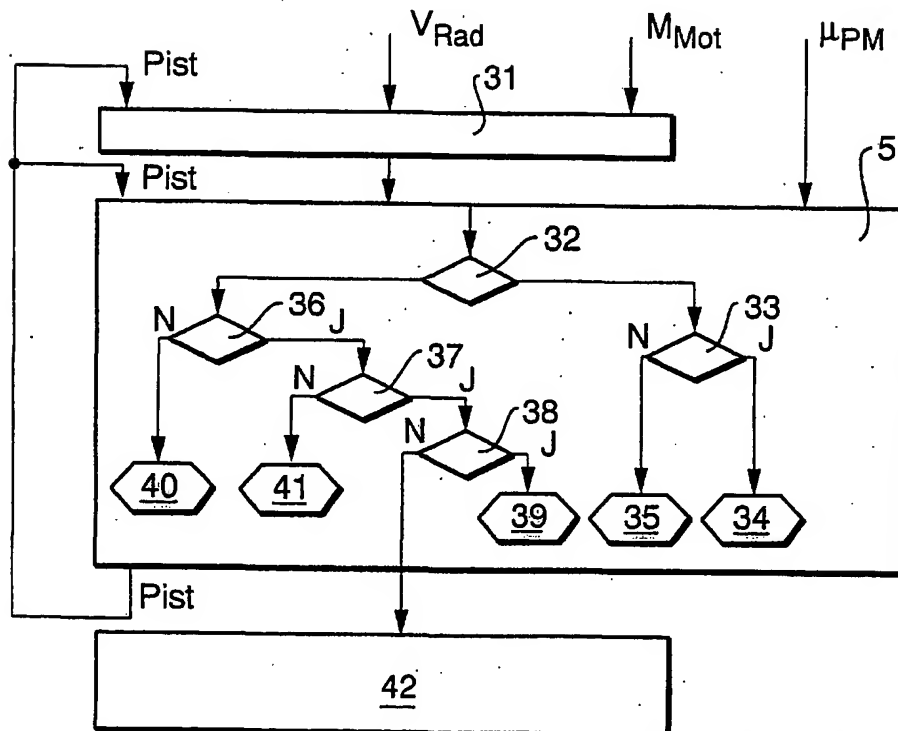


Fig. 3

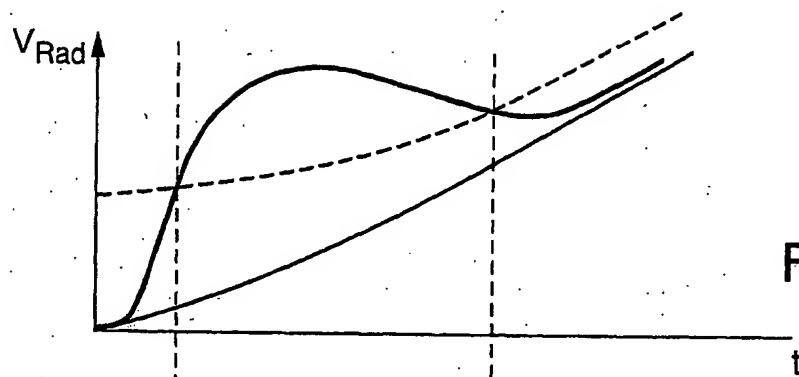


Fig. 2a

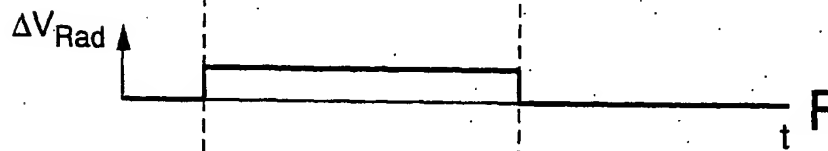


Fig. 2b

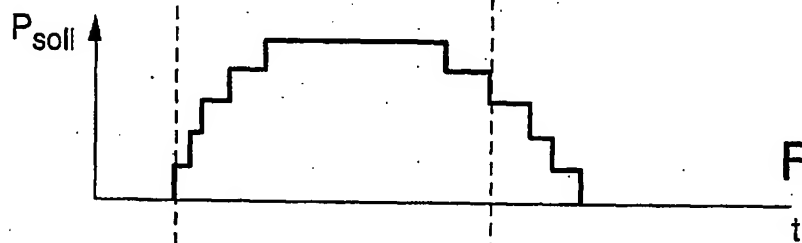


Fig. 2c

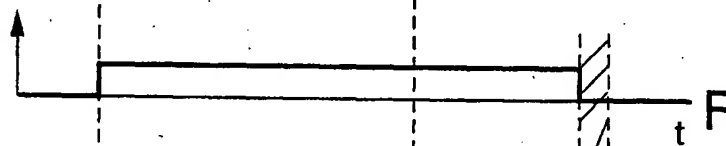


Fig. 2d

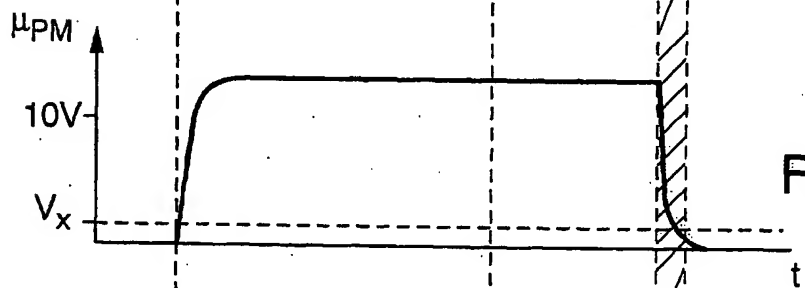


Fig. 2e

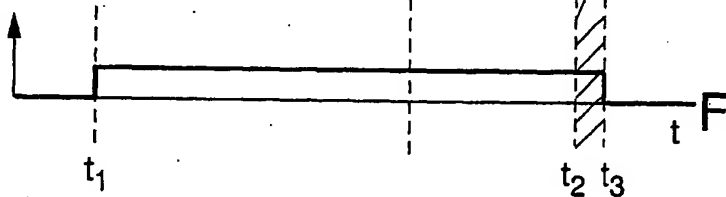


Fig. 2f